

# EFFECTO DE UN ABSORBENTE DE UV EN EL FOTOAMARILLEAMIENTO DE LA LANA

V. Gueguen\*, A. Riva\*\*, R. Prieto\*\*\*

## 0.1. Resumen

Todos los textiles son susceptibles de fotodegradarse cuando se exponen a la luz. La exposición de la lana a la luz solar altera sus propiedades físicas y químicas, produciendo amarilleamiento o decoloración y pérdida en las propiedades mecánicas.

El problema del fotoamarilleamiento ha sido objeto de muchas investigaciones en los últimos 20 años. Numerosos estudios han pretendido dilucidar la naturaleza de los cambios que se producen en la lana cuando se expone a la luz. Algunos artículos tratan de los diferentes medios de prevenir los cambios de color y el dañado de las fibras.

La aplicación de absorbentes de ultravioleta, especialmente los del tipo hidroxifenilbenzotriazol o hidroxifenilbenzofenona, parece una de las mejores formas de proteger del fotoamarilleamiento a los tejidos de lana destinados a tapicería y cortinaje.

En este trabajo se estudia el efecto protector proporcionado por un absorbente de UV. Se describe el efecto de la luz sobre tejidos de lana expuestos a la luz artificial durante periodos de hasta 500 horas. Se ha tomado el índice de amarillo de los tejidos (YI) como medida de los cambios producidos. Se ha estudiado el efecto de la concentración de producto absorbente y la influencia de los tratamientos de blanqueo.

**Palabras clave:** Lana, fototamarilleamiento, absorbente de UV.

## 0.2. Summary: EFFECT OF A UV ABSORBER ON PHOTO-YELLOWING OF WOOL

All textiles can undergo photodegradation upon exposure to light. When wool is exposed to light, its physical and chemical properties are

normally altered, giving rise to yellowing or fading and loss of mechanical properties.

The problem of photoyellowing has been the object of a great deal of research in the past 20 years. Many studies have attempted to clarify the nature of the changes that occur in wool when it is exposed to light. Some articles deal with different ways of preventing colour changes and damage to the fibres.

The application of ultraviolet absorbers, particularly of the hydroxyphenylbenzotriazol or hydroxyphenylbenzophenone types, appears to be one of the best ways of protecting wool fabrics for upholstery and curtains from photoyellowing.

This study looks at the protective effect provided by a UV absorber. It describes the effect of light on wool textiles exposed to artificial light for periods of up to 500 hours. The yellowing index (YI) of the fabrics is taken as the measure of the changes detected. The study analyses the effect of the concentration of the absorber and the influence of bleaching treatments.

**Key words:** Wool, photoyellowing, UV absorber.

## 0.3. Résumé: EFFET D'UN ABSORBANT D'UV SUR LE PHOTO-JAUNISSEMENT DE LA LAINE

Tous les textiles sont susceptibles de se détériorer à la lumière. L'exposition de la laine à la lumière solaire altère ses propriétés physiques et chimiques, ce qui se traduit par un jaunissement ou décoloration et par une perte de ses propriétés mécaniques.

Le problème du photo-jaunissement a fait l'objet de nombreuses recherches ces 20 dernières années. De nombreuses études ont cherché à élucider la nature des changements qui se produisent sur la laine quand on l'expose à la lumière. Certains articles décrivent diverses manières de prévenir les changements de couleur et la détérioration des fibres.

Il semble que l'application d'absorbants de rayons ultraviolets, notamment de type hydroxyphénylbenzotriazole ou hydroxyphénylbenzophénone, soit l'une des meilleures solutions pour protéger du photo-jaunissement les lainages destinés aux tissus d'ameublement.

Ce travail analyse l'effet protecteur d'un absorbant d'UV et décrit l'effet de la lumière sur les

\* Virginie Gueguen, GEMTEX, ENSAIT, Roubaix, France.

\*\* Dra. Ascensión Riva Juan, Profesora Titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Textil y Papelería (U.P.C.). Jefa del Laboratorio de Físico-Química de Tintura y Acabados del INTEXTER (U.P.C.)

\*\*\* Ing. Téc. Remedios Prieto Fuentes, Laboratorio de Físico-Química de la Tintura y Acabados del INTEXTER (U.P.C.)

*lainages exposés à la lumière artificielle pendant des périodes de 500 heures maximum. L'indice de jaune des tissus (YI) a servi de référence pour mesurer les changements produits. Nous avons étudié l'effet de la concentration de produit absorbant et l'influence des traitements de blanchiment.*

**Mots clé:** Laine, photo-jaunissement, absorbant d'UV.

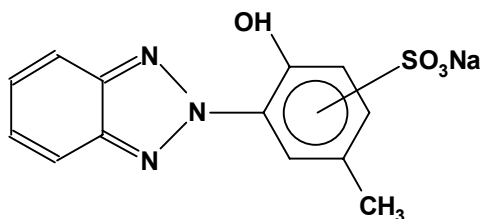
## 1. INTRODUCCIÓN

La fotoamarilleamiento de la lana expuesta a la luz solar es un fenómeno muy conocido<sup>1-3</sup>; sin embargo, todavía no existe un producto o tratamiento que elimine totalmente este problema. El fotoamarilleamiento puede ser grave, especialmente cuando la lana está blanqueada.

La aplicación de absorbentes de ultravioleta, especialmente las 2,2'-dihidroxibenzofenonas sulfonadas y los 2-hidroxifenilbenzotriazoles parece ser el mejor camino para alargar la vida útil de los tejidos de lana cuando están destinados a tapicería y artículos del hogar.

Estos absorbentes de ultravioleta se caracterizan por un elevado coeficiente de extinción en la zona del espectro entre 300-400 nm. Absorben las radiaciones emitidas por el sol transformando esta energía en calor sin dañado de la fibra. Así pues, estos absorbentes previenen parcialmente las modificaciones físico-químicas responsables de los cambios de color y las degradaciones de las propiedades mecánicas.

Actualmente, los productos más utilizados para la protección de la lana frente a la radiación UV son del tipo fenilbenzotriazol (Fig. 1)



**FIGURA 1:** 2-hidroxifenilbenzotriazol sulfonado

La solubilidad en agua se obtiene mediante sulfonación del anillo bencénico.

En este trabajo se ha estudiado el efecto protector producido por un absorbente de este tipo, el Cibafast W (Ciba Geigy). Se ha determinado el efecto de la concentración de absorbente, los tratamientos de blanqueo y el lavado posterior.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1. Materiales y tratamientos

La lana empleada es un tejido de lana cruda de 189 g/m<sup>2</sup>.

El absorbente de UV, Cibafast W se aplicó por agotamiento a concentraciones de 2, 3 y 4% sobre peso de fibra; la relación de baño fue de 1:20 y el pH=3,5, ajustado con una solución tampón de ácido acético/acetato sódico. El proceso empleado es el recomendado: se empieza a 40 °C, se sube la temperatura hasta 80 °C en 30 minutos y se mantiene a esta temperatura durante 20 minutos. El agotamiento en estas condiciones es del 98%.

Una parte de los tejidos se blanqueó químicamente con peróxido de hidrógeno. Otra parte se sometió a un blanqueo con peróxido de hidrógeno seguido de un blanqueo óptico con Leucofor PC líquido.

Una parte de las muestras tratadas con absorbedor de UV, sometidas o no a los diferentes blanqueos, fueron lavadas para comprobar la permanencia del producto absorbente de UV. El lavado se realizó según Norma UNE-EN-ISO 105-C06 a 40 °C.

### 2.2. Exposición a la radiación UV

Los tejidos se expusieron a la radiación de una lámpara de Xenon con componente UV, según condiciones de la Norma UNE-EN ISO 105-B02:2001. El equipo utilizado fue el Xenotest 150S (Heraeus). El tiempo de exposición fue de 500 horas.

### 2.3. Medida del color

La medida instrumental de la reflectancias de los tejidos se realizó mediante un colorímetro Elrephomat (Zeiss) con iluminante D65, observador 10°. Los valores obtenidos son media de tres medidas. El índice de amarillo se calculó utilizando la fórmula:

$$YI = \frac{RX - RZ}{RY} \times 100$$

Donde RX, RY y RZ son las reflectancias de la muestra medidas con los filtros X, Y y Z respectivamente.

### 2.4. Muestras

Las muestras y su código de identificación son los que se especifican a continuación:

**TABLA 1**  
 Lista de muestras

Concentración de absorbente de UV (% owf)	Blanqueo químico	Blanqueo óptico	Lavado posterior	Código Identificador
0	No	No	No	0
	Si	No	No	B
		Si	No	W
2	No	No	No	2
			Si	2L1
			No	2B
	Si	No	Si	2BL1
			No	2W
			Si	2WL1
3	No	No	No	3
			Si	3L1
			No	3B
	Si	No	Si	3BL1
			No	3W
			Si	3WL1
4	No	No	No	4
			Si	4L1
			No	4B
	Si	No	Si	4BL1
			No	4W
			Si	4WL1

**TABLA 2**  
 Índices de amarillo iniciales

	0 (Lana cruda)	B (Lana con blanqueo químico)	W (Lana con blanqueo óptico)
Índice de amarillo (YI)	23,23	20,16	0,97

El blanqueo químico con peróxido de hidrógeno hace disminuir ligeramente el Índice de Amarillo (YI) de la lana cruda; pero solamente el uso de blanqueador óptico da lugar a una lana realmente blanca.

Debido a que los valores iniciales del índice de amarillo de las muestras cruda, blanqueada químicamente y blanqueada ópticamente son muy diferentes, el fotoamarilleamiento se expresará representando gráficamente la variación de dichos índices, es decir  $(YI_{(muestra\ irradiada)} - YI_{(muestra\ inicial)})$ , en función del tiempo de radiación.

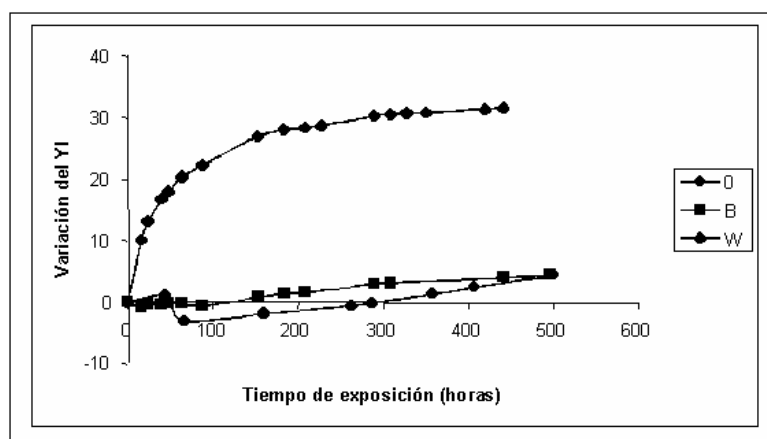
### 3.1. Exposición a la radiación de las muestras sin tratar

Las curvas de la figura 2 corresponden a los tejidos sin tratar con Absorbente de UV. Observamos que el blanqueador óptico acelera el incremento del amarilleamiento de la lana blanqueada.

Este es un fenómeno ya conocido, aunque la explicación de los mecanismos que lo producen no esté clara todavía. Realmente el agente de blanqueo óptico absorbe los rayos UV en el rango entre 350-400 nm y se produce un rápido amarilleamiento.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se midieron los índices de amarillo de los tejidos antes de su exposición a la radiación. Los resultados son los indicados en la Tabla 2.



**FIGURA 2:** Fotoamarilleamiento de tejidos sin tratar con absorbente de UV

### 3.2. Exposición de los tejidos tratados con absorbente de UV

#### 3.2.1. Tejidos blanqueados ópticamente

Los resultados se muestran en la figura 3. Teniendo en cuenta que el amarilleamiento en los tejidos blanqueados con blanqueador óptico es

muy importante, hemos intentado ver si la aplicación de un absorbente de UV haría decrecer el amarilleamiento. Como podemos ver en las curvas de la figura 3, en los tejidos blanqueados ópticamente que están tratados con un absorbente de UV el amarilleamiento que se produce es menos drástico y disminuye, aunque ligeramente, al

aumentar la concentración de absorbente de UV. No obstante, incluso con el 4% de absorbente de UV, el amarilleamiento es notable y se inicia ya en los primeros tiempos de la exposición. Existe una competición entre los dos productos en la absorción de los rayos UV.

Cuando los tejidos tratados con absorbente de UV han sido lavados tras el blanqueo óptico, el efecto protector disminuye aunque el amarilleamiento no llega a alcanzar el que se produce en la lana blanqueada ópticamente y no tratada con absorbente de UV.

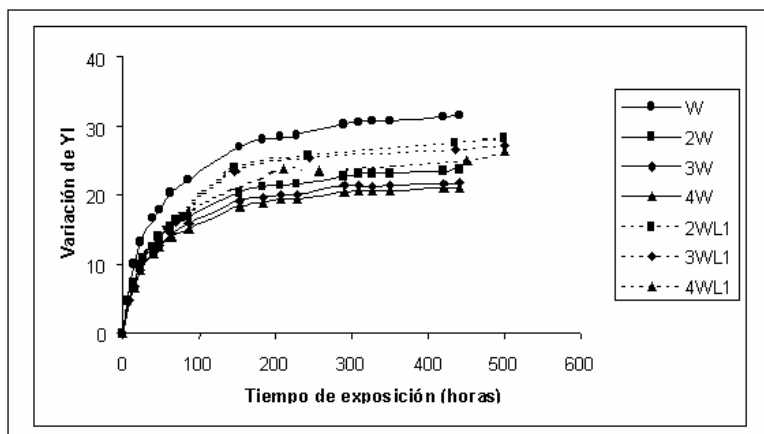


FIGURA 3: Fotoamarilleamiento de los tejidos blanqueados ópticamente

### 3.2.2. Tejidos con blanqueo químico

La figura 4 nos muestra los resultados. Los tejidos blanqueados químicamente y tratados con absorbente de UV se amarillean menos que los tejidos sin tratar, como era de esperar.

Para los tejidos sin tratar, el fotoamarilleamiento comienza después de las 100 horas de exposición. Antes de este tiempo, el tejido tiende a blanquearse ligeramente, es decir, el YI decrece. Tras 100 horas de exposición, el YI crece linealmente. Cuando el absorbente de UV está presente, el efecto es similar pero mucho más marcado al principio de la exposición, es decir,

decrece el índice de amarillo. Después de 100 horas, el índice de amarillo aumenta, pero no llega a alcanzar el valor inicial tras incluso 500 horas de exposición. Queda pues patente el efecto del absorbente de UV.

El efecto de la concentración no está claro en este caso, y las curvas prácticamente se superponen.

¿Es permanente la protección que aporta el absorbente? En las muestras lavadas, es obvio que parte del absorbente se pierde. Con un lavado, la protección disminuye aproximadamente a la mitad.

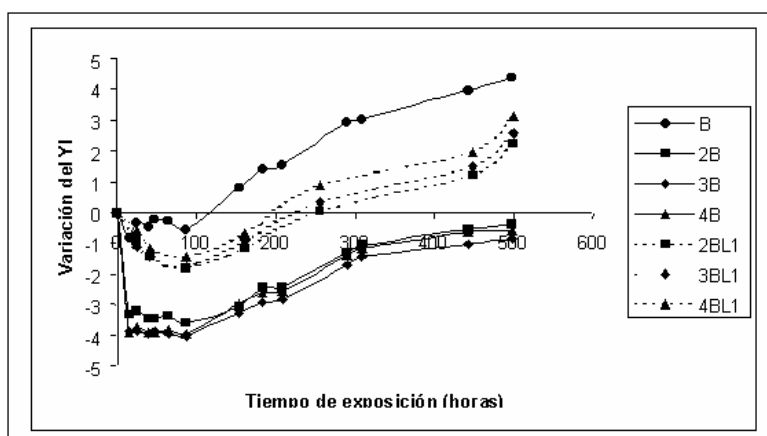


FIGURA 4.: Fotoamarilleamiento de las muestras blanqueadas químicamente

### 3.2.3. Lana cruda

En la figura 5 podemos ver que cuando la lana cruda tratada con absorbentes de UV se expone a la luz UV, al principio se blanquea, es

decir, baja el índice de amarillo YI. Es el mismo efecto que en la lana blanqueada químicamente. Al continuar el tiempo de exposición se inicia el amarilleamiento; sin embargo este amarilleamiento

de la lana cruda sin tratar con absorbente de UV parece más lento que el que se produce cuando la lana está blanqueada químicamente. Debemos recordar que las muestras iniciales de lana cruda y blanqueada químicamente tienen índices de amarillo muy próximos.

La protección del absorbente de ultravioleta no es del todo eficiente para el tejido de lana cruda

apreciándose el mejor efecto de la concentración más baja de las estudiadas (2% s.p.f.). A concentraciones más elevadas, después de 300 horas, el índice de amarillo de los tejidos tratados con absorbente alcanza al del tejido sin tratar. En los tejidos lavados, el efecto del absorbente de UV prácticamente ha desaparecido.

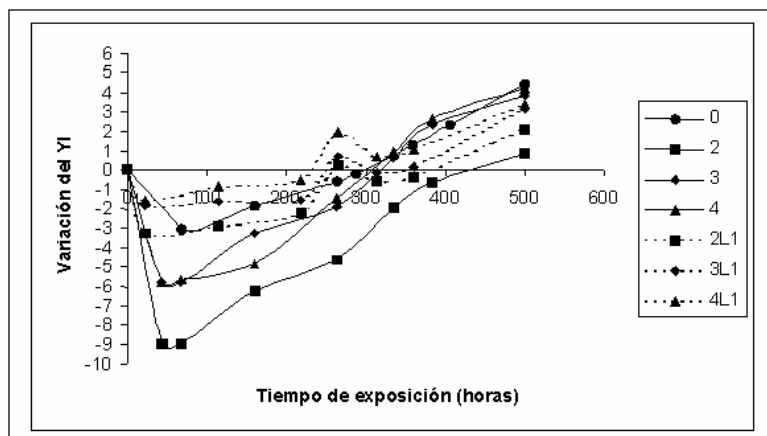


FIGURA 5: Fotoamarilleamiento del tejido crudo

#### 4. CONCLUSIONES

**4.1.** La exposición prolongada de los tejidos de lana a la luz causa fotoamarilleamiento. El fotoamarilleamiento es más importante cuando la lana ha sido blanqueada óptimamente tras un blanqueo químico.

**4.2.** La aplicación de un absorbente de UV del tipo 2-hidroxifenilbenzotriazol reduce el fotoamarilleamiento de la lana.

**4.3.** Para lanas blanqueadas químicamente, la aplicación del absorbente de UV es una forma eficiente de reducir la tendencia a amarillear

**4.4.** En el caso de lanas blanqueadas óptimamente, el absorbente de UV produce una mejora en la reducción del amarilleamiento si bien no es suficiente debido a que se produce una competición entre los dos productos, blanqueador óptico y absorbedor de UV, en las reacciones de absorción de la radiación UV.

**4.5.** La pérdida de los absorbentes de UV durante el lavado hace disminuir la eficiencia del tratamiento.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Duffield P.A., Lewis, D.M., Yellowing and bleaching of wool, *Review-of-Progress-in-Coloration-and-Related-Topics* **15**, 38-51 (1985).
2. Milligan, B. Sunlight yellowing of white wool: a complex problem. 6<sup>th</sup> Quinquennial international wool textile research

conference, *Proceedings Volume V* (CSIR), Pretoria, South-Africa, 167-181 (1980).

3. France F.G., Weatherall, I.L., The effect of light on wool, 9th-International wool textile research conference.- *Proceedings Volume V* (CSIR). Pretoria; South-Africa: 101-108 (1980).
4. Reinert G., Fuso F. Stabilisation of textile fibres against ageing, *Review-of-Progress-in-Coloration-and-Related-Topics*, **27**, 32-41 (1997).
5. Holt L.A., Milligan B., Evaluation of the effects of temperature and UV-absorber treatments on the photodegradation of wool, *Textile-Research-Journal*. **54**(8), 521-526 (1984).
6. Waters P.J., Evans N.A., The effect of phenylbenzotriazole derivatives on the photoyellowing of wool, *Textile Research Journal*. **48**(5), 251-255 (1978).
7. Evans N.A., Waters P.J., Photoprotection of wool by application of ultraviolet-absorber/polymer mixtures to its surface". *Textile-Research-Journal*, **51**(6), 432-434 (1981).
8. Evans, Na; Waters, P.J., Wilshire, J.F.K., Photo-protection of wool with a sulfonated 2-(2'-hy-droxyaryl)-2H-benzotriazole UV absorber, *Textile Research Journal*. **56**(3), 203-206 (1986).